

УДК 621.783.2:656.2

*Д-р техн. наук Л.А. Тимофєєва,  
асп. М.С. Альохін*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕРМІЧНОЇ ТА ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ**

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** В усіх галузях промисловості для виготовлення деталей проводиться їх нагрів, особливо це характерно при виготовленні деталей обробкою металів тиском, а саме штампування, кування, пресування, волочіння і т.д.

Для забезпечення заданих властивостей використовують різні способи і методи поверхневого зміцнення, які в основному застосовують термічну (ТО) або хіміко-термічну обробку (ХТО). На сьогодні ТО та ХТО проводять у

спеціальних нагрівальних агрегатів, які мають конфігурацію робочого простору циліндра або паралелепіпеда, в яких проводиться заданий вид обробки.

Основним недоліком є окислення металу з утворенням вигару, який потрібно в подальшому видаляти механічною або хімічною обробкою, що значно збільшує кількість технологічних операцій. Тому проблема полягає в тому, щоб розробити нову конфігурацію нагрівальних пристроїв без утворення вигару.

Проблеми розроблення нагрівального пристрою нового покоління, яке б забезпечувало захист основного металу від

впливу оксидів, є актуальними не тільки в Україні, а й у всьому світі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для отримання заданих експлуатаційних властивостей застосовують термічну або хіміко-термічну обробку деталей.

Термічну обробку застосовують для забезпечення заданих властивостей без зміни хімічного складу.

Хіміко-термічну обробку застосовують для забезпечення додаткових властивостей за рахунок насичення поверхневого шару хімічними елементами: азотом, фосфором, бромом, нікелем та іншими елементами. Частіше за все для забезпечення комплексних заданих властивостей використовуються комплексні технології які включають термічну та хіміко-термічну обробку в кожному циклі виготовлення деталі.

Згідно з аналізом патентно-технічної документації встановлено, що у всіх цих технологіях використовується спеціальне обладнання, яке забезпечує заданий температурний режим – у кожному технологічному процесі свій індивідуальний режим [1].

Відоме термічне обладнання, у якого є камера обпалювальної печі, що може бути використана при виробництві вуглеграфітових електродів [2]. Вона складається з обпалювальної камери що має квадратний перетин і обмежена бічними стінками з виконаними в них вертикальними муфельними каналами, подини і склепінням.

Недоліком цієї печі є складність виготовлення стін з муфельними отворами, ненадійність в експлуатації. Конструкція печі відрізняється високою матеріаломісткістю й інерційністю. Тепло від нагрівачів до виробу передається через екран (муфельна стіна), що знижує теплову потужність печі і призводить до перевитрати палива, продуктивність печі невелика, оскільки зі збільшенням габаритів муфеля знижується надійність

печі. У промисловості такі печі не знайшли застосування.

Відома муфельна піч для отримання металічних порошків відтворюючих окислів, яка складається з футерівки, нагрівального устаткування, муфеля, завантажувального устаткування, холодильника, розвантажувального устаткування, трубчатих газоходів, виконаних з отворами по їх довжині [3].

Основним недоліком даної печі є тривалий нагрів і виникнення поверхневих дефектів (окалини) у деталях, які потребують додавання припуску в розмірах на подальшу механічну обробку.

Таким чином, основним недоліком всього існуючого нагрівального обладнання є інертність, значні витрати на електроенергію, тривалість нагріву та окислення металу, яке завдає великої шкоди, а саме утворення на поверхні оксидів заліза. Тому розроблення нового покоління обладнання, яке б забезпечувало мінімальний час нагріву на заданий режим, а головне відсутність окислення, є необхідністю.

**Мета.** Удосконалення нагрівальної камери обладнання термічної та хіміко-термічної обробки, яке б забезпечувало мінімальний час нагріву на заданий режим, а головне відсутність окислення для забезпечення заданих властивостей.

**Основна частина.** Багато науковців розробляють різні методи і способи поверхневого зміцнення, де особливу увагу приділяють процесам нагрівання. Відомо, що корозія утворюється в результаті взаємодії кисню з залізом, найбільш це характерно для залізобуглецевих сплавів.

Для визначення впливу конфігурації робочого простору на металеві вироби були проведені дослідження. Для цього зразки зі сталі 45 поміщали в простір, який був сформований у вигляді квадрата, циліндра і піраміди. Ці фігури зроблені з картону. Геометричні розміри цих фігур були вибрані таким чином, що об'єм займаного простору був у всіх однаковий.

Температура навколишнього середовища 20 °С, вологість 60 %, атмосферний тиск 760 мм рт. ст.

Для більш прискореного проведення експерименту зразки були зволожені, і накриті картонними фігурами, як показано на рис. 1.

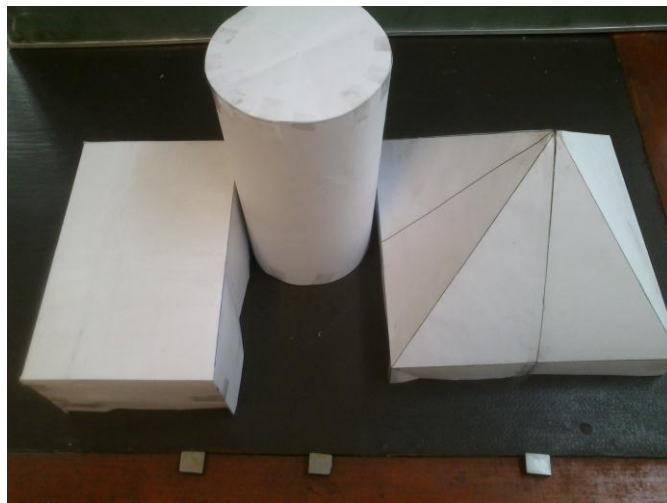


Рис. 1. Конфігурації фігур, зразки до початку експерименту

Через 24 години зразки були оглянуті на наявність на поверхні іржі. На зразках, які мають форму простору паралелепіпеда та циліндра, було 10 % іржі, а на зразку, який був у пірамідальному просторі, іржі не було. Через 48 годин у просторі

циліндра і паралелепіпеда на зразках було 100 % іржі, а в пірамідальному просторі іржі не було. Через 56 годин на зразку, який був поміщений у пірамідальному просторі, іржі знов не було (рис. 2).

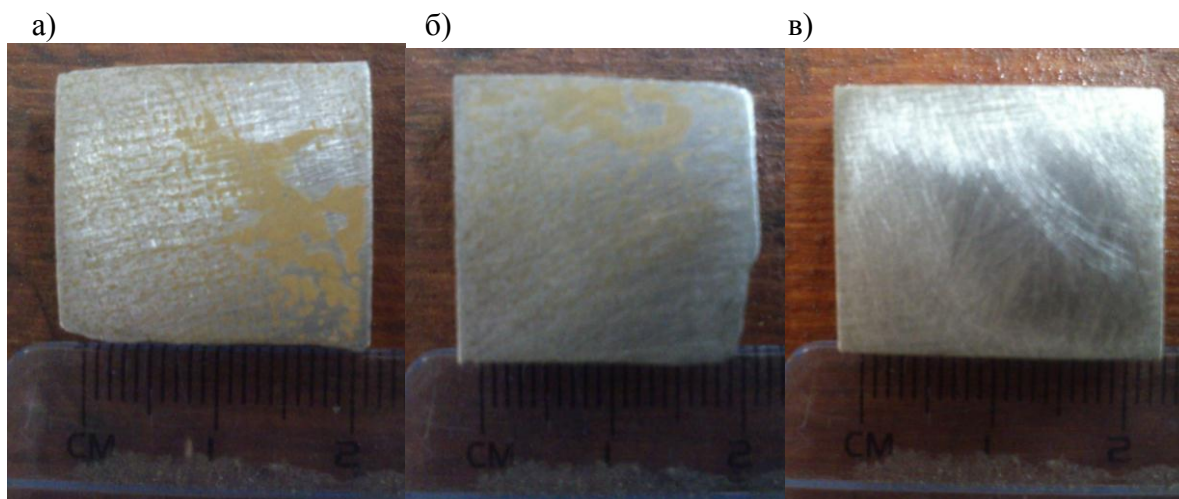


Рис. 2. Зразки після 56 годин:

а – зразок поміщений у циліндр; б – зразок поміщений у паралелепіпед;  
в – зразок поміщений у піраміду

У результаті проведених досліджень встановлено, що простір пірамідальної конфігурації впливає на процес окислення, тобто на взаємодію кисню з залізом.

Для детального вивчення виявленого явища додатково були проведені дослідження, в яких був замінений матеріал, що створює конфігурації робочого простору, а саме картон був замінений на листову сталь 08кп, з якої

виготовлено ідентичні вироби з однаковим об'ємом робочого простору (рис. 3). Зразки для прискорення були зволожені.

Як видно з рис. 4, зразок, поміщений у простір пірамідальної конфігурації, за 56 годин на зразку іржі не має. Приріст ваги від іржі на зразках, поміщених у пірамідальній, паралелепіпедній, циліндричній формах, показано на рис. 5.



Рис. 3. Металева конструкція пірамідальної конфігурації



Рис. 4. Змочений зразок через 56 годин після розміщення у пірамідальній конфігурації

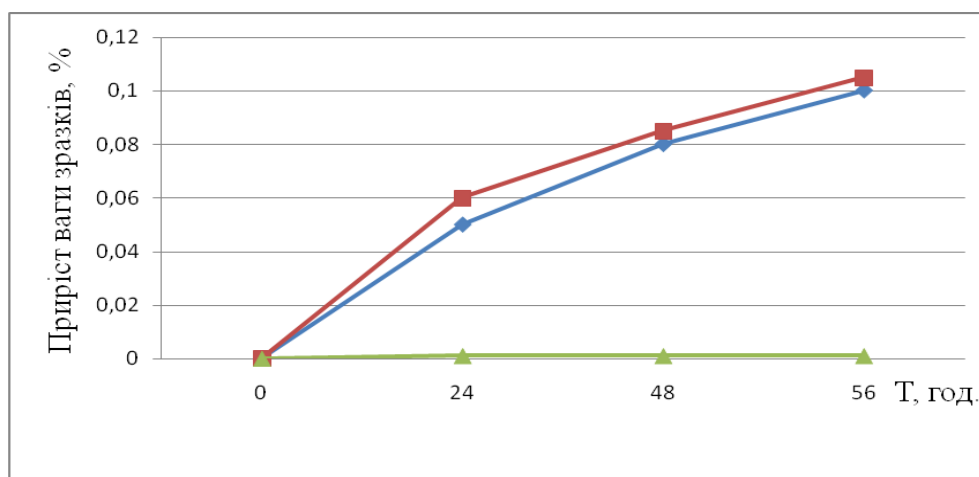


Рис. 5. Приріст ваги зразків у різних конфігураціях простору:  
▲ - піраміда; ■ - паралелепіпед; ▪ - циліндр

**Висновок.** Проведено дослід, що дають можливість використати конфігурацію для виготовлення дослідного зразка. У пірамідальній конфігурації не відбувається процес окислення, тобто цю конфігурацію треба застосовувати в

термічному обладнанні, а саме в конфігурації нагрівальної камери для термічної та хіміко-термічної обробки. Це дозволяє спростити конструкцію вакуумних печей, а саме відмовитися від вакуумних нагнітачів.

### *Список літератури*

1. Дубинин, Г.Н. О перспективах развития химико-термической обработки металлов [Текст] / Г.Н. Дубинин // *Металловедение и термическая обработка металлов*. – 2004. – № 7. – С. 5-6.
2. А.С. SU 909513 F 27 B 5/04. Муфельная печь для восстановления окислов [Текст] / Гатаев В.Г., Николов З.М., Чечуров М.В., Кесельбренаер Я.И., Берзегов Л.М. – № 2932171/22-02; заявл. 03.06.80; опубл. 28.02.82, Бюл. № 8. – 3 с.
3. А.С. SU 1689733 A1, F 27 B 5/02. Камера обжиговой печи [Текст] / Судаевский А.М., Люкшин А.С., Панов А.К. – № 4677508/33; заявл. 28.03.89; опубл. 07.11.91, Бюл. № 41. – 3 с.

**Ключові слова:** конфігурація, парамідальний, нагрів, енергоємність, термічна обробка, хіміко – термічна обробка, ефективність.

### *Анотації*

Проведено дослід, що дають можливість використати конфігурацію для виготовлення дослідного зразка. У пірамідальній конфігурації не відбувається процес окислення, тобто цю конфігурацію треба застосовувати в термічному обладнанні, а саме в конфігурації нагрівальної камери для термічної та хіміко-термічної обробки. Це дозволяє спростити конструкцію вакуумних печей, а саме відмовитися від вакуумних нагнітачів.

Проведены опыты, позволяющие использовать конфигурацию для изготовления опытного образца. В пирамидальной конфигурации не происходит процесс окисления, то есть эту конфигурацию надо применять в термическом оборудовании, а именно в конфигурации нагревательной камеры для термической и химико-термической обработки. Это позволяет упростить конструкцию вакуумных печей, а именно отказаться от вакуумных нагнетателей.

The experiments, allowing the use of a configuration for prototyping. In a pyramid configuration is the process of oxidation, that is, the configuration should be used in the thermal equipment, and it is in the configuration of the heating chamber to heat and chemical-heat treatment. This simplifies the design of vacuum furnaces, namely unsubscribe from vacuum blowers.